# [WEDT.A] Dokumentacja końcowa projektu
# Klasyfikacja stron WWW na podstawie struktury

Michał Aniserowicz <michalaniserowicz@gmail.com>
Jakub Turek jkbturek@gmail.com

30 maja 2013r.

## 1 Temat projektu

Tematem projektu jest automatyczna klasyfikacja stron WWW na podstawie struktury. W ramach uścieślenia tematu projektu, wybrane do rozpoznowania zostały następujące kategorie stron internetowych:

- dzienniki internetowe (*blogi*),
- strony społecznościowe oparte na obrazkach (*kwejki*),
- serwisy informacyjne,
- sklepy internetowe.

## 2 Implementacja

Projekt został wykonany w technologii Python 2.7.4 i był testowany na systemach operacyjnych Windows 7 oraz Ubuntu 13.04. Projekt wykorzystuje bibliotekę PIL[1] w wersji 1.1.7.

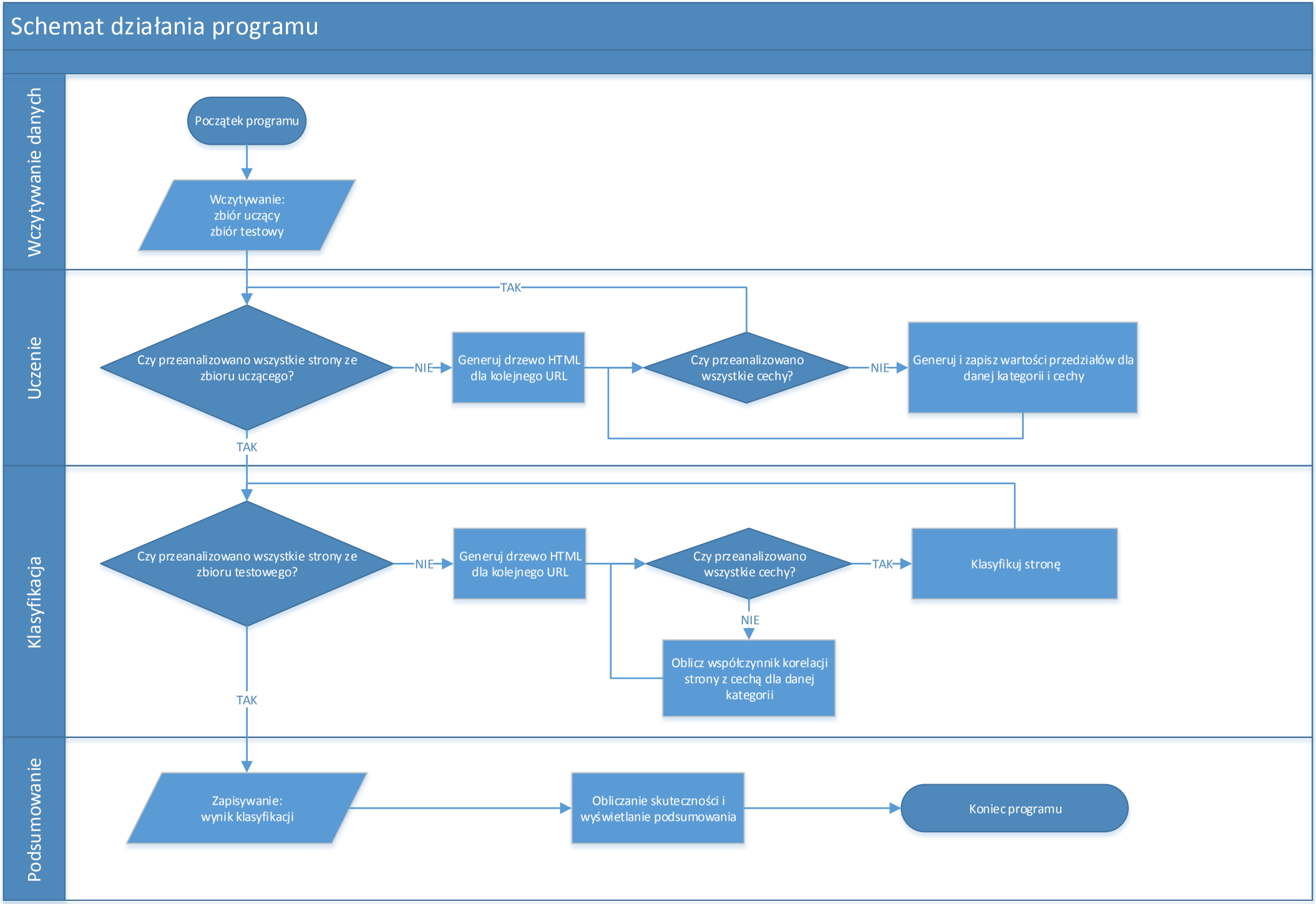
### 2.1 Schemat działania aplikacji

Na następnej stronie przedstawiony został ogólny schemat działania programu. Obejmuje on dwie główne fazy działania aplikacji:

**uczenie się** Program generuje zestawienie wartości cech dla poszczególnych kategorii na podstawie danych trenujących.

**klasyfikacja** Program dokonuje klasyfikacji pozostałych stron na podstawie wartości cech wyznaczonych w poprzednim kroku.

[1] Python Image Library - http://www.pythonware.com/products/pil/.

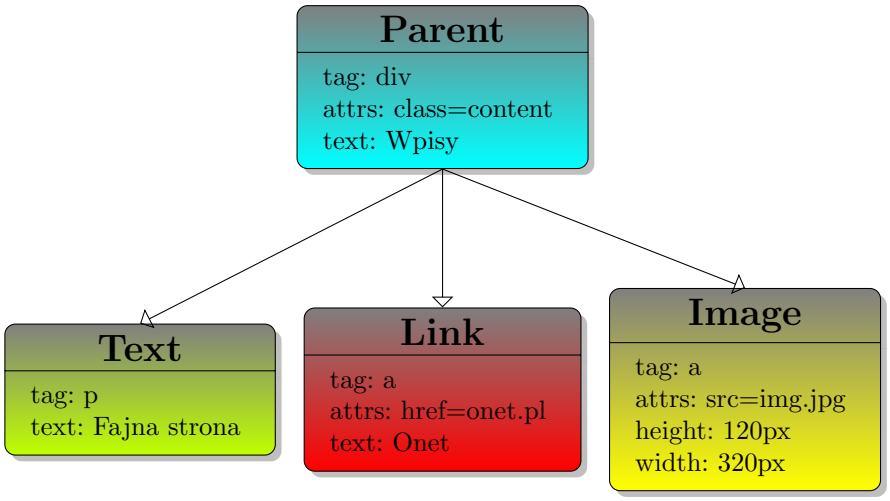

Schemat działania programu
Wczytywanie danych
Uczenie
Klasyfikacja
Podsumowanie
Początek programu
Wczytywanie:
zbiór uczący
zbiór testowy
Czy przeanalizowano wszystkie strony ze zbioru uczącego?
NIE
Generuj drzewo HTML dla kolejnego URL
Czy przeanalizowano wszystkie cechy?
NIE
Generuj i zapisz wartości przedziałów dla danej kategorii i cechy
TAK
TAK
Czy przeanalizowano wszystkie strony ze zbioru testowego?
NIE
Generuj drzewo HTML dla kolejnego URL
Czy przeanalizowano wszystkie cechy?
TAK
Klasyfikuj stronę
NIE
Oblicz współczynnik korelacji strony z cechą dla danej kategorii
TAK
Zapisywanie:
wynik klasyfikacji
Obliczanie skuteczności i wyświetlanie podsumowania
Koniec programu

## 2.2 Drzewo HTML

Strony WWW są wewnętrznie reprezentowane przez drzewo HTML. Każdy korzeń drzewa posiada następujące atrybuty:

- tag,
- słownik atrybutów (np. `class="main-img", src="image.jpg"`),
- tekst wewnątrz taga,
- wysokość elementu,
- szerokość elementu.

Ponadto od dowolnego węzła można dojść do rodzica, a także wszystkich jego dzieci. Rysunek 1 przedstawia schemat wykorzystywanego drzewa HTML.




Rysunek 1: Poglądowy schemat drzewa HTML.

Etap budowy drzewa jest w pełni konfigurowalny, dzięki użyciu następujących atrybutów:

**dozwolone tagi** Lista tagów, z których mogą powstawać węzły drzewa. Jeżeli tag nie znajduje się na dozwolonej liście, tekst znajdujacy się w jego środku jest konkatenowany z tekstem jego pierwszego dozwolonego rodzica.

**dozwolone atrybuty** Lista atrybutów, które dodawane będą do słownika w węzłach drzewa. Pozostałe atrybuty i ich wartości są pomijane.

**zakazane tagi** Lista tagów, które zawierają tekst nie włączany do pierwszego dozwolonego rodzica. Umożliwia to odfiltrowanie m.in. skryptów.

Do budowy drzewa została wykorzystana wewnętrzna biblioteka języka Python - `HTMLParser`[2].

## 2.3 Główna struktura strony

Przed omówieniem zestawu cech badanych przez aplikację, należy wprowadzić pojęcie *głównej struktury strony*, która będzie intensywnie analizowana. Główna struktura strony to najliczniejsza struktura, która posiada następujące cechy:

- Występują w niej wyłącznie tagi `<td>` lub `<div>`, przy czym w danej strukturze są to tagi wyłącznie jednego z tych typów oraz ich dzieci.
- Wszystkie tagi występują na jednym poziomie głębokości w drzewie. Oznacza to, że mają wspólnego rodzica.
- Każdy z tagów posiada jednakową wartość atrybutu `class`.
- Każdy element struktury posiada więcej niż jeden element podrzędny lub większy niż jeden poziom zagłębienia elementów.

Główna struktura jest zaprezentowana na rysunku 2.

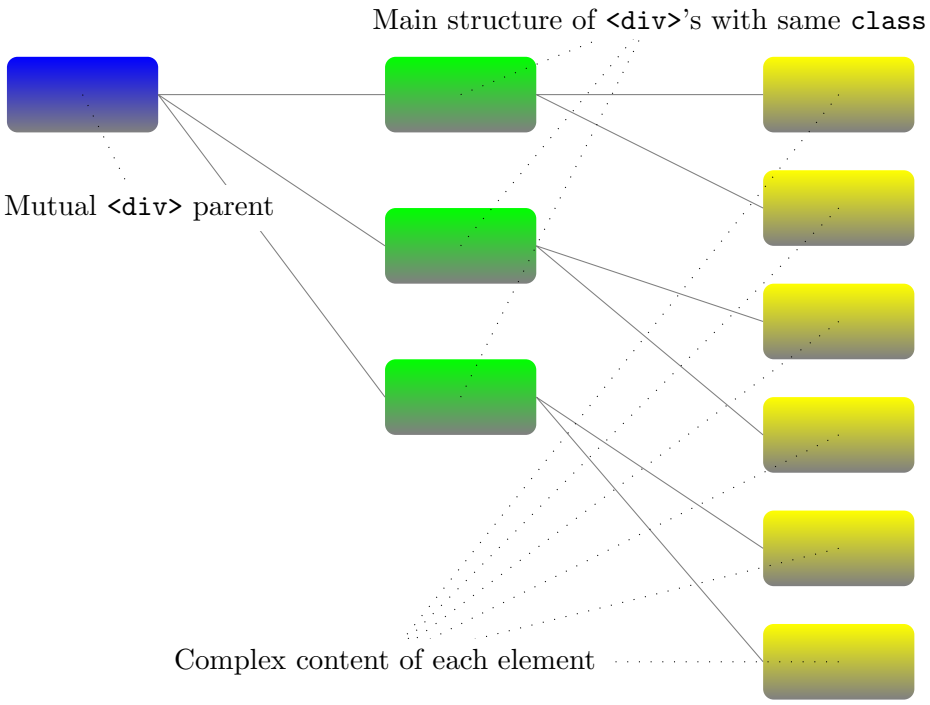
Struktura ta jest charakterystyczna dla wszystkich czterech typów klasyfikowanych stron. Na *blogach* zawiera treść wpisów, na *kwejkach* obrazki, na stronach informacyjnych odnośniki do artykułów, natomiast w sklepach internetowych - odnośniki do kategorii i/lub produktów.

## 2.4 Analizowane cechy strony

Na etapie uczenia się oraz klasyfikacji brane są pod uwagę, między innymi, następujące cechy:

- Liczba elementów w głównej strukturze strony.
- Liczba powtórzeń elementów głównej struktury strony.
- Średnia ilość tekstu przypadająca na każdy element głównej struktury strony oraz jego dzieci.
- Średnia ilość obrazów przypadająca na każdy element głównej struktury strony oraz jego dzieci.
- Liczba obrazów na stronie.

[2]Dokumentacja biblioteki jest dostępna pod tym adresem.




Rysunek 2: Zielone elementy oraz ich dzieci należą do głównej struktury strony.

- Rozmiary największego oraz najmniejszego obrazu na stronie.
- Liczba odnośników na stronie.
- Stosunek długości tekstu zawartego w odnośnikach do długości całego tekstu zawartego na stronie.
- Średnia długość lokalnego odnośnika[3] na stronie.
- Liczba tagów w specyfikacji HTML5 (przykładowo: `<article>` oraz `<section>`).
- Stosunek liczby odnośników do liczby obrazów na stronie.
- Stosunek długości tekstu do liczby obrazów na stronie.

Cechy te dobrze różnicują cztery zadane kategorie stron internetowych. Przykładowo serwisy informacyjne charakteryzują się wysokim współczynnikiem długości tekstu w odnośnikach do całkowitej długości tekstu, długimi

[3]Odnośnik lokalny prowadzi do tej samej domeny, w której znajduje się analizowana strona.

odnośnikami lokalnymi, dużą ilością obrazów na stronie oraz częstym występowaniem tagów w specyfikacji HTML5. Dla kontrastu blogi charakteryzują się niewielkim stosunkiem liczby odnośników do długości tekstu, niewielką liczbą obrazków, dużą koncentracją tekstu w głównej strukturze oraz większą niż dla serwisów informacyjnych liczbą elementów w głównej strukturze strony.

## 2.5 Algorytm klasyfikacji

Każda z cech opisana jest dwoma wartościami liczbowymi: najniższą oraz najwyższą dla danej kategorii wartością tej cechy wśród danych trenujących. Aby wygenerować te wartości używany jest następujący algorytm:

1. Oblicz wartość cechy dla danej strony WWW i kategorii.
2. Pobierz minimalną oraz maksymalną wartość cechy dla tej kategorii.
3. Jeżeli wartość minimalna jest większa od obecnej lub jeżeli nie jest jeszcze obliczona, ustaw wartość obecną jako minimalną.
4. Jeżeli wartość maksymalna jest mniejsza od obecnej lub jeżeli nie jest jeszcze obliczona, ustaw wartość obecną jako maksymalną.

Następnie, dla każdego adresu strony z danych testowych wykonywana jest klasyfikacja:

1. Dla danej kategorii i danej cechy, oblicz wartość współczynnika korelacji[4].
2. Dodaj wartość współczynnika do sumy wartości współczynników dla danej kategorii.
3. Powtarzaj punkty 1. oraz 2. aż do pokrycia zbioru wszystkich możliwych par $(cecha, kategoria)$.
4. Sprawdź, czy istnieje kategoria, dla której suma jest o $k\%$ wyższa niż dla pozostałych kategorii, gdzie $k$ to współczynnik definiowany w ustawieniach aplikacji.
5. Jeżeli taka kategoria istnieje to znaczy, że stronę można zakwalifikować. Jeżeli nie, zakwalifikuj stronę jako inna.

[4]Współczynnik ten jest omówiony w sekcji 2.6.

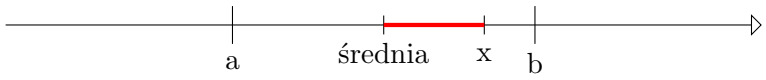
### 2.6 Współczynnik korelacji cechy

Na potrzeby kategoryzacji, wprowadzono robocze pojęcie współczynnika korelacji cechy.

**Definicja** Niech $a$ i $b$ oznaczają odpowiednio początek i koniec przedziału wartości danej cechy w zbiorze trenującym, a $x$ oznacza wartość cechy wyznaczoną dla przykładu testowego. Wtedy wartość współczynnika korelacji wynosi:

$$\begin{cases} 0 & x < a \quad \bigvee \quad x > b \\ 1 - \frac{|x - \frac{a+b}{2}|}{|b-a|} & a \leqslant x \leqslant b \end{cases} \tag{1}$$

Jest to stosunek długości przedziału oznaczonego kolorem czerwonym na rysunku 3 do długości całego przedziału.




Rysunek 3: Współczynnik korelacji cechy - ilustracja.

## 3 Dane

Dane wejściowe/wyjściowe są umieszczane w plikach o strukturze wewnętrznej `<adres URL>_<kategoria>`. Kolejne dokumenty są rozdzielone znakami nowej linii. Przykład struktury został zaprezentowany poniżej:

```
http://kwejk.pl kwejk
http://atakklonow.pl kwejk
http://rafalstec.blox.pl blog
http://webitect.net blog
http://onet.pl serwis informacyjny
http://wp.pl serwis informacyjny
http://wicomp.pl sklep internetowy
http://morele.net sklep internetowy
```

Rysunek 4: Struktura danych wejściowych/wyjściowych.

### 3.1 Dane wejściowe

Dane wejściowe składają się z dwóch plików[5]:

**input_classified.txt** Dane trenujące dla algorytmu. Na ich podstawie budowana jest lista kategorii stron rozpoznawanych przez system.

**input_unclassified.txt** Dane testowe dla algorytmu. Strony umieszczone na liście poddawane są klasyfikacji na podstawie wartości parametrów wyznaczonych przez dane trenujące. Wstępna klasyfikacja stron jest niezbędna do obliczenia skuteczności algorytmu i nie jest brana pod uwagę przez właściwy algorytm.

### 3.2 Dane wyjściowe

Na dane wyjściowe składają się zarówno pliki, jak również wyjście standardowe (konsola):

**plik output.txt** Wynik działania algorytmu. Zawiera adresy analizowanych stron i przyporządkowaną im przez algorytm klasyfikację.

**wynik konfiguracji** Wyprowadzany na wyjście standardowe. Przedstawia wartości dozwolonych przedziałów cech, w ramach kategorii, wyznaczone na podstawie danych testowych.

**podsumowanie** Wyprowadzane na wyjście standardowe. Przedstawia skuteczności algorytmu dla każdej kategorii, mierzone w czterech własnościach:

- dokładność,
- zupełność,
- zaszumienie,
- precyzja.

## 4 Skuteczność algorytmu

Skuteczność algorytmu mierzona jest przy pomocy czterech wskaźników. Zakładając, że:

- $|TP|$ to liczba poprawnych przydzieleń dokumentu do danej kategorii,
- $|FP|$ to liczba niepoprawnych przydzieleń dokumentu do danej kategorii,

[5]Nazwy plików są konfigurowalne, podobnie jak inne ustawienia aplikacji, w pliku config.ini.

- $|TN|$ to liczba poprawnych nieprzydzieleń dokumentu do danej kategorii,
- $|FN|$ to liczba niepoprawnych nieprzydzieleń dokumentu do danej kategorii,

wtedy wskaźniki te wyrażają się następującymi wzorami:

**dokładność** $\frac{|TP|+|TN|}{|TP|+|TN|+|FP|+|FN|}$,

**zupełność** $\frac{|TP|}{|TP|+|FN|}$,

**zaszumienie** $\frac{|FP|}{|FP|+|TN|}$,

**precyzja** $\frac{|TP|}{|TP|+|FP|}$.

Wskaźniki te można odczytywać następująco:

**dokładność** opisuje procent poprawnych wskazań algorytmu ogółem.

**zupełność** opisuje procent pokrycia wejściowego zbioru danych poprawnymi wskazaniami.

**zaszumienie** opisuje procent właściwości wskazań negatywnych.

**precyzja** opisuje procent właściwości wskazań pozytywnych.

## 4.1 Podstawowy zbiór danych testowych

Tabela 1 przedstawia wynik działania algorytmu dla podstawowego zbioru danych testowych. Zbiór ten został przygotowany na potrzeby prezentacji projektu. Podstawowy zbiór danych testowych obejmuje:

- po trzy przykłady trenujące z każdej z czterech kategorii,
- po dziesięć przykładów stron do sklasyfikowania z każdej z czterech kategorii,
- pięć stron, które nie należą do żadnej z czterech kategorii.

Widać, że zaimplementowany algorytm zapewnia bardzo wysoką skuteczność. Wyróżnia się zwłaszcza skuteczność klasyfikacji blogów, dla której najgorszy z wymienionych wskaźników ma rozrzut $\pm 9\%$ względem doskonałości. Licząc średnie odchylenie wskaźników od doskonałości można wywnioskować, że algorytm jest miarodajny w $92,125\%$ przypadków.

| | | Wskaźniki | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Dokładność | Szczegółowość | Rozrzut | Precyzja |
| Kategorie | Blogi | 98% | 100% | 3% | 91% |
| | Kwejki | 95% | 100% | 6% | 83% |
| | Serwisy informacyjne | 93% | 88% | 6% | 78% |
| | Sklepy internetowe | 93% | 70% | 0% | 100% |

Tabela 1: Skuteczność algorytmu dla podstawowego zestawu danych testowych.

### 4.2 Rozszerzony zbiór danych testowych

Algorytm był testowany dla następującej ilości danych:

- 108 stron z kategorii blog,
- 83 strony z kategorii kwejki,
- 67 stron z kategorii serwisy informacyjne,
- 72 strony z kategorii sklepy internetowe,
- 39 stron nie należących do żadnej z powyższych kategorii.

Wynik testów został przedstawiony w tabeli 2.

| | | Wskaźniki | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Dokładność | Szczegółowość | Rozrzut | Precyzja |
| Kategorie | Blogi | 96,75% | 92,59% | 1,53% | 96,15% |
| | Kwejki | 95,12% | 86,75% | 2,79% | 90% |
| | Serwisy informacyjne | 97,29% | 92,54% | 2,30% | 89,86% |
| | Sklepy internetowe | 94,85% | 83,33% | 3,33% | 85,71% |
| | Inne | 96,48% | 89,74% | 3,31% | 76,09% |

Tabela 2: Skuteczność algorytmu dla rozszerzonego zestawu danych testowych.

Ponownie najlepiej wykrywaną kategorią są blogi. Licząc średnie odchylenie wskaźników od doskonałości można wywnioskować, że algorytm jest miarodajny w $\approx 92\%$ przypadków. Dowodzi to, że możliwe jest systematyczne kategoryzowanie stron WWW na podstawie ich struktury.